

<https://helda.helsinki.fi>

Osäkerhet, tvärvetenskap och klimatförändringarna : en vetenskapsfilosofisk betraktelse av IPCCs osäkerhetsramverk

Thoren, Henrik

2019

Thoren , H , Persson , J & Vareman , N 2019 , ' Osäkerhet, tvärvetenskap och klimatförändringarna : en vetenskapsfilosofisk betraktelse av IPCCs osäkerhetsramverk ' , Filosofisk tidskrift. , vol. 40 , nr. 3 , s. 75-87 .

<http://hdl.handle.net/10138/308542>

Downloaded from Helda, University of Helsinki institutional repository.

This is an electronic reprint of the original article.

This reprint may differ from the original in pagination and typographic detail.

Please cite the original version.

OSÄKERHET, TVÄRVETENSKAP OCH KLIMATFÖRÄNDRINGARNA: EN VETENSKAPSFILOSOFISK BETRAKTELSE AV IPCCs OSÄKERHETSRAMVERK

1.

FN:s klimatpanel IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) producerar i huvudsak två typer av rapporter. Dels de så-kallade utvärderingsrapporterna (Assessment Reports), stora och genomgripande sammanfattningar av det rådande kunskapsläget om klimatiförändringarna och dess konsekvenser, dels specialrapporter (Special Reports) som behandlar olika mer begränsade frågor allteftersom de uppstår. Den senaste specialrapporten behandlade exempelvis det 1.5°C mål (IPCC 2018) som stipulerades i Parisavtalet från 2015. De stora rapporterna däremot produceras efter ett någorlunda fast schema—den förra stora rapporten publiceras 2014 och den innan det 2007—och följer ett specifikt format. Arbetet är fördelat på tre arbetsgrupper som var och en arbetar med sin egen delrapport.¹ Just nu pågår arbetet med den sjätte utvärderingsrapporten (AR6) som ska vara färdig för publicering 2022.

Att på ett homogent och enkelt sätt beskriva hur säkra eller osäkra olika påståenden är har allmänt betraktas som viktigt, i synnerhet i de stora utvärderingsrapporterna. Mycket möda har därför lagts på att skapa ett för de tre arbetsgrupperna gemensamt ramverk för att klassificera och beskriva vetenskaplig osäkerhet.²

Det viktigaste skälet har med panelens huvudsyfte att göra; dvs. att överföra och kommunicera vetenskaplig kunskap till civilsamhället. Det har ansetts nödvändigt att målgruppen för rapporterna får en så tydlig uppfattning om hur (o)säkra IPCCs centrala påståenden är för att de ska fungera som beslutsunderlag (Mastrandrea och Mach 2011; Herrando-Pérez et al. 2019). Vidare finns det värden i att kunna jämföra påståenden från en rapport till en annan, samt mellan delrapporter. Åtminstone två stora utmaningar finns med att skapa ett dylikt ramverk. Den första har att göra med att säkerställa att kommunikationen gentemot målgruppen fungerar som avsett. Alltså, att presumtiva

¹ När IPCC sammanställer sina stora rapporter är arbetet uppdelat i tre arbetsgrupper. Arbetet i den första arbetsgruppen, som också färdigställs först, är tänkt att utgöra en grund för det övriga arbetet. Arbetsgrupp I sammanställer belägg från och sammanfattar kunskapsläget i de “fysiska vetenskaperna”. Den andra arbetsgruppen sammanfattar kunskapsläget om klimatiförändringarnas socioekonomiska konsekvenser samt utvärderar olika sätt att anpassa våra samhällen. Den tredje inriktar sig mot strategier för att begränsa uppvärmningen. Arbetsgrupp I är av uppenbara skäl dominerad av naturvetenskaperna, i synnerhet klimatvetenskapen, medan arbetsgrupp II och III har mer samhällsvetenskapliga inslag.

² Se exempelvis Moss och Schneider (2000), Manning (2006), Mastrandrea et al. (2010) Mastrandrea och Mach (2011), och Mach et al (2017).

läsare tolkar de osäkerhetstermer som ramverket föreskriver på rätt sätt. Den andra har att göra med tvärvetenskaplighet och handlar om begreppen, snarare än terminologin. IPCCs utvärderingsrapporter syntetiserar kunskap från en rad olika discipliner och ämnen, både natur- och samhällsvetenskaper. Ett ramverk för att uttrycka vetenskapliga osäkerheter måste kunna ackommodera de specifika förutsättningar som råder inom dessa olika discipliner.

Forskningen på området har ofta fokuserat på det tidigare problemet. Hur tolkas olika osäkerhetstermer i naturligt språk av olika grupper lekmän och forskare och vilken inverkan har den omedelbara kontexten på våra osäkerhetsbedömningar? Det har visat sig att läsarens bakgrund, den omedelbara kontexten och presentationen spelar in (Budescu et al 2009; Budescu et al. 2014; Budescu et al. 2017). I detta papper vill vi däremot fokusera på det senare, tvärvetenskapliga, problemet.

2.

I den senaste stora rapporten (AR5) använde man ett ramverk för att uppskatta och kommunicera osäkerhet som finns beskrivet i ett instruktionsdokument (Mastrandrea et al. 2011). Ramverket består av ett lexikon—det vill säga, en uppsättning ‘kalibrerade’ osäkerhetstermer—samt en uppsättning instruktioner kring hur termerna ska tillämpas i olika situationer. Eftersom detta ramverk i allmänhet verkar ha uppfattats som framgångsrikt (Mach et al 2017) kommer det sannolikt att användas även i nästkommande rapport.

I korthet bygger ramverket på ett tudelat rapporterande av osäkerheter i termer av å ena sidan *sannolikhet* och å den andra sidan *konfidens*. Sannolikhetsskalan är kvantifierad och innehåller sju termer, var och en associerad med ett specifikt sannolikhetsintervall.

Term		Sannolikhetsintervall
<i>Virtually certain</i>	(i princip säkert)	99-100%
<i>Very likely</i>	(mycket sannolikt)	90-100%
<i>Likely</i>	(sannolikt)	66-100%
<i>About as likely as not</i>	(lika sannolikt som osannolikt)	33-66%
<i>Unlikely</i>	(osannolikt)	0-33%
<i>Very unlikely</i>	(mycket osannolikt)	0-10%
<i>Exceptionally unlikely</i>	(exceptionellt osannolikt)	0-1%

Sannolikhet skall enligt ramverket appliceras där det finns “kvantifierad osäkerhet” (Mastrandrea et al. 2011, 3) men vad denna kvantifierade osäkerhet grundar sig i kan variera: det kan handla om statistisk analys och modellering men också expertutlåtanden eller annat. Konfidensmättet å sin sida är kvalitativt och innehåller följande termer: *mycket låg*, *låg*, *medel*, *hög*, och *mycket hög* konfidens.

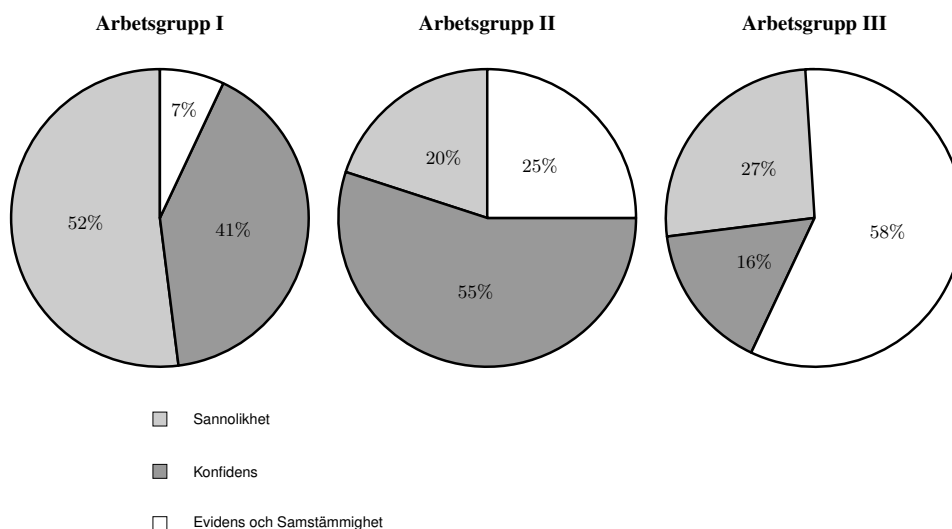
Om möjligt föreskriver anvisningarna att författarna bör använda både sannolikhet och konfidens. När författarna varken kan ge sannolikhet eller konfidensgrad till ett påstående bör de istället rapportera (1) vilken kvalitet den vetenskapliga evidensen bakom påståendet har (*evidence*), samt (2) graden av samstämmighet i litteraturen (*agreement*). Detta ska ske i enlighet med tregradiga skalor för respektive mått.

En viktig fråga är hur ramverket speglar praktiken. Till skillnad från i tidigare IPCC-rapporter användes samma ramverk genomgående i samtliga tre arbetsgruppers delrapporter i AR5 (det ramverk som föreskrivs i Mastrandrea med flera (2011)). Dessutom verkar uppfattningen i efterhand vara att tillämpningen skedde någorlunda i enlighet med föreskrifterna (Mach et al 2017). Vissa problem kvarstod naturligtvis – framförallt har det visat sig svårt att skilja konfidens från sannolikhet i praktiken. Det visade sig till exempel att vissa författare justerat ner sina sannolikhetsbedömningar i ljuset av svag konfidens (Mach et al. 2017).³

Vidare används olika delar av ramverket olika mycket i de olika arbetsgrupperna. Om man räknar förekomsterna av termerna ser man att den första arbetsgruppen vars rapport rör klimatvetenskapliga resultat i synnerhet lutar sig mot kvantifierade sannolikheter. Mest frekvent i arbetsgrupp II är däremot konfidens medan den tredje arbetsgruppen i huvudsak bedömer osäkerhet i termer av evidens och samstämmighet (se Figur 1).⁴

³ De är inte heller oberoende storheter. Att ge ett visst påstående en högre sannolikhet innebär ofta att konfidensen blir lägre, och tvärtom. Vidare samverkar de båda måtten med hur precist den relevanta variabeln rapporteras. Exempelvis kan man antagligen med mycket hög konfidens konstatera att det är i princip säkert (99-100%) att havsnivån kommer att öka till år 2100 under alla utsläppsscenarioer. Gör man förutsägelsen mer precis minskar konfidens och sannolikhet.

⁴ Mach et al. (2017) har presenterat liknande siffror, men de har bara räknat ord i “Summary for policy-makers”-delen av de respektive rapporterna och inte som här, hela rapporterna.



Figur 1: Frekvenser av förekomster av termer från respektive osäkerhetslexikon proportionellt uppdelat på de olika arbetsgruppernas respektive rapporter i AR5.

Det finns en spänning mellan å den ena sidan en normativ tolkning av ramverket där idealet är att till påstående kunna knyta både sannolikhet och konfidens och å den andra utrymme för skillnader mellan olika discipliner. Tvärvetenskapliga hänsynstaganden har tydligt informerat diskussioner kring dessa ramverk och varit ett viktigt värde (Mastrandrea och Mach 2011). Samtidigt är det svårt att inte få uppfattningen att idealet ändå är sannolikhet *och* konfidens.

Hur dessa osäkerheter förstås av olika aktörer är viktigt eftersom de ger en bild av handlingsutrymmets yttre gränser. Vad som uppfattas som möjligt och omöjligt är av uppenbara skäl av betydelse när politik ska utformas och berättigas och är i detta specifika fall ofta föremål för genuin kontrovers.

3.

Det finns en viktig skillnad mellan hur osäkerhet förstås och hur modeller (och ibland även teorier och lagar) och deras relation till verkligheten förstås. Ett vanligt sätt att se på modeller är som idealiserade motsvarigheter till verkliga system som i egenskap av att i stå i en speciell relation till något verkligt system kan lära oss någonting om det senare. Hur, mer precis, en modell relaterar till det system den beskriver verkar dock inte kunna beskrivas på något allmängiltigt sätt. Icke desto mindre har en modells vetenskapliga värde ofta att göra med det specifika sätt på vilken relationen mellan modell och verkligt system kontrolleras (givet något specifikt ändamål).

Det vi vill fästa oss vid här är inte den allmänna diskussionen kring modeller, som vid det här laget är mycket extensiv, utan om hur olika sätt att idealisera i modeller samverkar med hur osäkerhet

uppfattas.⁵ Speciellt vill vi visa hur de konventioner och normer som styr vilka antaganden och idealiseringar som betraktas som acceptabla fungerar för att *domesticera* osäkerheter.⁶ Detta, menar vi, säger någonting om vilka förutsättningar som behöver vara på plats för att det ska vara möjligt att rapportera exempelvis kvantifierade sannolikheter.

Här finns en distinkt och viktig disciplinär komponent. Vilka antaganden och idealiseringar som är acceptabla kan variera mellan discipliner. Exempelvis finns det en välbekant och långvarig konflikt mellan olika samhällsvetenskapliga traditioner med avseende på om det är lämpligt att anta att alla individer är rationella.

Genom att introducera olika typer av idealiseringar och antaganden kan problematiska och svårkontrollerade källor till osäkerhet sorteras bort. Låt oss betrakta ett enkelt exempel först. Förmoda att en modell behövs för att ge en pokerspelare beslutsstöd i sitt spelande. En sådan modell av allmänt förekommande snitt är en enkel statistisk modell. Det vill säga en modell som tilldelar till alla möjliga utfall (händer) en specifik (och i det här fallet mycket precis) sannolikhet. Tillsammans med kunskap om utfallens värde relativt varandra kan en spelare fatta till synes välinformerade beslut. Många skulle nog uppfatta detta som ett användbart verktyg för den som vill spela poker med framgång, men hur beskriver modellen egentligen spelet? Först kan man kanske påpeka att poker inte endast är ett hasardspel. Det finns (skulle en entusiast mena) ett centralt psykologiskt element också: en bra pokerspelare, tänker man, är också en skicklig bedragare och personkännare och spelet spelas delvis (eller kanske främst) utanför de formella regler som finns. Om detta är vår statistiska modell helt tyst. Vidare tar modellen inte hänsyn till olika omständigheter som ibland kan vara mycket viktiga. Säg om någon spelare fuskar eller om kortleken har dubbelt så många ess som vad gällande normer föreskriver, och så vidare. Modellen idealiserar spelet genom att dels förvränga det, dels bortse från möjliga störningar (se Weisberg 2007).

Ett liknande resonemang återfinns i Marc Langes (1993) diskussion om vetenskapliga lagar. När temperaturen på en metallstav med en längd L_0 ändras med ΔT , kan förändringen av stavens längd beskrivas med följande ekvation $\Delta L = k * L_0 * \Delta T$ där k är en konstant specifik för den metall staven är gjord av. Men det finns flera undantag. Om någon står och bankar på ändarna av staven, kommer den exempelvis inte att expandera i enlighet med ekvationen. Av detta skäl har filosofer

⁵ Se exempelvis Giere (2004), Mäki (2009), Knuuttila (2011), Morgan och Knuuttila (2012) och Morgan and Morrison (2000).

⁶ För en längre diskussion av denna metafor se Thorén, Vareman och Persson (2019).

som exempelvis Hempel tänkt sig att dylika lagar och generaliseringar endast är sanna endast givet vissa förutsättningar. Det finns till varje lagpåstående en tyst *ceteris paribus*-klausul (Cartwright 1984). Nu kan just någon som bankar på ändarna av staven verka som ett exotiskt och kanske konstruerat exempel, men om vi betraktar faktiska fall av expanderande metallstavar visar det sig snart att vår generalisering i princip aldrig gäller, i strikt mening. Vår *ceteris paribus*-klausul är egentligen mycket extensiv.

Idealisering i bred bemärkelse är i själva verket en komplex verksamhet, och det finns olika idéer om vad idealisering syftar till (Morgan och Knuuttila 2012; Grüne-Yanoff 2011; Mäki 2009). Det vi vill fästa oss vid här är hur idealiseringar och antaganden kan fungera för att kontrollera eller bortse från olika typer av osäkerhet. Genom att använda en enkel statistisk modell, snarare än någonting annat, undviker man exempelvis en rad konceptuella och empiriska osäkerheter. Hur ska de relevanta psykologiska processerna representeras i modellen? Och hur ska centrala koncept operationaliseras och göras mätbara? Och hur ser datamängden ut? Är mätning ens möjlig? Och så vidare. Den gränsdragning som här behövs är knappast självklar och minimala statistiska modeller är uppenbarligen inte alltid önskvärda. Icke desto mindre är detta ett övervägande som ofta måste göras. Här kan man notera att denna typ av konceptuella osäkerhet är svårfångad kvantitativt.

Vidare gör svepande antaganden - om, exempelvis, att inga otillbörliga kausala influenser bör tas i beaktande - det tillåtet utesluta vad man skulle kunna benämna radikala osäkerheter. Någon absolut säkerhet finns aldrig i vetenskapliga sammanhang, och det finns åtminstone en filosofisk möjlighet att vi har helt fel.

Poängen här är att hur vi idealiserar modeller verkar spela roll för hur vi ska förstå osäkerhet. Kanske kan man säga att genom att anamma vissa idealiseringar kan vi få en modell som producerar enastående precisa sannolikheter som i egenskap av att vara härledda eller etablerade genom kontrollerade observationer har jämförelsevis hög konfidens. En mindre idealiserad modell, alltså en som i någon mening ligger närmare den verkliga situationen, däremot kanske varken kan producera lika precisa sannolikheter, eller associeras med lika hög konfidens. Dels finns det, som vi redan påpekat, utfall som är svåra, om inte omöjliga, att representera inom modellen. Sedan är det så att när teorier eller modeller ska informera oss om det konkreta måste dess olika teoretiska komponenter tolkas inom ramen för den faktiska situationen. Hur det ska gå till är ofta långt ifrån uppenbart och vilar för det mesta också på normer och konventioner. Hur bör stavbankare och falskspelare representeras? Det är knappast omöjligt att besvara en sådan fråga men helt klart är att

det finns många alternativ. I vilket fall som helst uppstår den nya frågan: på vilket sätt blir modellen bättre och mer informativ av denna inklusion?

Här kan vi konstatera att olika discipliner förhåller sig till sina studieobjekt på olika sätt. Epistemologiskt färgade konventioner och normer kring vad som är lämpligt och acceptabelt kan variera från en disciplin till en annan. I vissa discipliner föredrar man högt idealiserade och abstrakta modeller som är enkla att manipulera men svåra att applicera på konkreta situationer. Ekonomi och ekologi skulle kunna vara exempel på detta. I andra ämnen däremot, tänker man att förklaringar, modeller och teorier, bör koppla an mot enskilda händelser eller förlopp på ett mer omedelbart sätt. Historia är möjligtvis ett bra exempel på detta. Begrepp som sannolikhet och konfidens samspelar med mer djupt rotade idéer kring hur kunskapen kopplar an mot verkliga situationer och vilken abstraktionsnivå som är lämplig. Detta kan göra jämförelser mellan olika discipliner svåra.

När vi talar om domesticering av osäkerheter är det alltså detta vi avser: att genom provisioner, antaganden, idealiseringar och undantag utesluta olika källor till osäkerhet – i synnerhet radikala osäkerheter som hotar destabilisera modellen själv. Förekomsten av domesticering är för det mesta mycket tydligt illustrerad i den typ av utsagor som förekommer i IPCCs rapporter, även om de i praktiken gör specifika påståenden något svårtolkade.

4.

De resultat som presenteras tillsammans med sannolikheter i IPCCs rapporter kommer i hög grad från klimatvetenskapen. Det kanske viktigaste verktyget i modern klimatvetenskap är klimatmodeller. Hur dessa klimatmodeller används, hur resultat från dem tolkas och sammanställs, samt hur initialvillkor och indata produceras, är allt sammantaget del i den bredare vetenskapliga praxis som informerar IPCCs slutsatser.

Det finns många olika typer av rena klimatmodeller. Från enkla, endimensionella modeller som representerar endast ett fåtal processer till mycket komplexa så-kallade *jordsystem-modeller* (Earth System Models) – högupplösta, tredimensionella simulationer som explicit representerar otaliga processer och deras interaktioner. Dessutom används vid sidan av globala modeller, som är representationer av hela klimatsystemet, också regionala modeller som används exempelvis för att med hög upplösning kunna representera konsekvenser av ett varmare klimat i spatialt mer

begränsade områden.⁷ Vidare behövs modeller för att omvandla observerad data till ett format som stora klimatmodeller kan ta emot (Parker 2006). Den utdata som produceras måste vidare efterbehandlas vilket också sker i vad som kan beskrivas som en slags modeller. Eftersom en viktig uppgift inom klimatvetenskapen är projicering behövs också indata för framtida utsläpp, vilket klimatmodellerna själva inte kan generera. Där förlitar man sig på så-kallade *integrated assessment models* (IAM)—detta är modeller som integrerar ekonomiska representationer med olika biofysiska processer—och med dem skapar man utsläppsscenarioer (van Vuuren et al. 2011, Riahi et al. 2017).

Betraktar man enskilda klimatmodeller kan man konstatera att mer komplicerade varianter består av olika komponenter och moduler som representerar en rad viktiga processer. Grunden är en cirkulationsmodell som representerar energiutbytet i haven och atmosfären i en viss horisontell och vertikal upplösning (se Flato 2011). Till detta läggs andra relevanta processer som exempelvis kolcykeln, isbildning, hydrologi och så vidare. Vissa processer kan modelleras ‘direkt’ medan andra måste approximeras genom så-kallad *parametrisering*. Alla klimatmodeller innehåller parametriseringar. Metoden går i princip ut på att istället för att explicit representera en viss process uttrycks effekten av processen som en funktion av någon annan variabel i modellen. Exempelvis är molnbildning ofta inte möjlig att representera i klimatmodeller då detta sker på en skala under modellens upplösning. Av detta skäl approximeras processen som en funktion av andra variabler, som exempelvis luftfuktighet, snarare genom en representation som grundas i de underliggande mekanismerna. Det finns flera skäl att parametrisera processer. Ibland krävs för stora resurser att direkt representera en process, eller så gör modellens upplösning det omöjligt att representera processen. Slutligen saknas ibland kunskap kring hur en process fungerar helt och hållet (Schmidt och Sherwood 2015, Parker 2006; Petersen 2008). Ofta finns det mer än ett sätt att parametrisera specifika processer.

Även om det finns en tendens mot allt mer högupplösta modeller, där fler och fler processer inkluderas, gör inga klimatmodeller anspråk på att vara kompletta. Viktiga processer som varken kan modelleras direkt eller parametriseras utesluts. Det är fallet exempelvis med flera kända återkopplingsmekanismer som hotar att sätta hela klimatsystemet i rörelse (Steffen et al. 2018). Ett exempel på en sådan mekanism är metanavgång till följd av smältande permafrost i Arktis.

⁷ Det finns en omfattande litteratur om de vetenskapsteoretiska implikationerna av modern klimatvetenskap, se exempelvis Parker (2006; 2010a,b), Frigg et al (2015), Winsberg (2012; 2018) och Petersen (2008) .

Även om stor vikt läggs vid de mest komplexa modellerna används alla typer av klimatmodeller flitigt. Klimatmodeller av låg komplexitet är viktiga då de enkelt kan manipuleras och felsökas, och de är mindre databeroende än sina mer komplexa motsvarigheter. För mer komplexa modeller kan det vara mycket svårt, för att inte säga helt omöjligt, att hitta felkällor (Lenhard och Winsberg 2010; Curry och Webster 2011). Det går helt enkelt inte att veta vad i modellen som orsakar ett specifikt fel.

För de projektioner som betraktas som mest pålitliga används de mest komplexa klimatmodellerna tillsammans med varandra i så-kallade ensembler där många modeller körs med samma (eller någorlunda samma) ingångsdata och variationer. En projektion beräknas sedan för ett specifikt scenario genom att aggregera utdata från ensambeln. Ensemblestudier tenderar att bättre återskapa den historiska data som finns jämfört med enskilda modeller (Parker 2006).⁸ Ändå är det något oklart hur resultaten bör tolkas i termer av osäkerhet då modellerna knappast kan betraktas som oberoende av varandra och slumpmässigt fördelade kring den "rätta" modellen (Parker 2010a,b).

Det är alltså endast genom en mycket omfattande process som klimatprojektioner av den typ som förekommer i IPCCs rapporter kan åstadkommas och dessa är i sin tur ofta villkorade på specifika scenarier som således ställs utanför själva analysen. De påståenden som sedermera genereras är vanligtvis komplexa. Ett exempel ():

En ökning av den globala medeltemperaturen för år 2081–2100 jämfört med 1986-2005 bedöms som *sannolikt* vara i de intervall som kan härledas från de koncentrationsgrundade CMIP5 model simuleringarna, det vill säga, 0.3°C till 1.7°C (RCP2.6), 1.1°C till 2.6°C (RCP4.5), 1.4°C till 3.1°C (RCP6.0), 2.6°C till 4.8°C (RCP8.5). (IPCC 2013, 20, vår översättning)

Slutligen kan man konstatera att detta till trots är man inom den första arbetsgruppen ändå bekväm med att associera sina resultat med jämförelsevis precisa sannolikheter.

5.

Genom en mycket komplicerad process och en rad mer eller mindre tydliga undantag, idealiseringar och antaganden kan en sannolikhet och en konfidens produceras. Det vi vill säga här är att anledningen till att detta är rimligt från ett klimatvetenskapligt perspektiv inte främst är att

⁸ Här kan man också notera att modellensembler kalibreras och valideras mot samma historiska data. Huruvida detta är ett problem eller inte råder det olika åsikter om. Se exempelvis Steele och Werndl (2013).

kunskapen på något enkelt sätt är säkrare än den samhällsvetenskapliga kunskapen—de två är knappast helt möjliga att skilja—utan också att det finns en uppsättning konventioner, normer, och epistemologiskt färgade ideal som ger en indikation kring vilka typer av osäkerhet som kan uteslutas, skärmas av, och läggas ut på andra discipliner. I princip betyder beroendet av IAMer att mycket av de svåra osäkerheter som är förknippade med hur ekonomier och samhällen fungerar kan externaliseras.

Vad blir slutsatserna av detta? Det torde inte vara att kunskapen om klimatsystemet och hur det förändras under mänsklig påverkan i sig bör relativiseras eller minimeras.

Domesticeringsprocessen, som vi föreställer oss den, är nödvändig för att kunna uttrycka sig precist.

I ett vidare perspektiv är frågan viktig i synnerhet för att den kunskap som sammanställs av IPCC i någon mån är ämnad att informera om oss handlingsutrymmets yttre gränser. Det finns åtminstone två faror med detta. För det första är det, något paradoxalt kan det tyckas, lätt att invaggas i en falsk känsla av säkerhet. Alltså, konsekvenserna av ett varmare klimat kan bli långt värre än rådande projektioner ger vid handen. Detta faktum döljs, åtminstone delvis, av hur olika förutsättningar antas. I synnerhet är inflytandet av svårmodellerade återkopplingsmekanismer relevant här. Och för det andra finns otaliga möjliga framtider gömda mellan och utanför de scenarier som ligger till grund för klimatprojektioner.

Avslutningsvis bör skillnaderna mellan samhälls- och naturvetenskaperna i termer av osäkerhet inte överdrivas, som vissa redan påpekat är gränserna mindre tydliga än vad användandet av osäkerhetsterminologin ger vid handen (Webster 2008; Swart et al. 2008).

LITTERATUR

- Budescu, D. V., Broomell, S., & Por, H.-H. (2009). Improving Communication of Uncertainty in the Reports of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Psychological Science*, 1–10.
- Budescu, D. V., Por, H.-H., & Broomell, S. B. (2011). Effective communication of uncertainty in the IPCC reports. *Climatic Change*, 113(2), 181–200. <http://doi.org/10.1007/s10584-011-0330-3>
- Budescu, D. V., Por, H.-H., Broomell, S. B., & Smithson, M. (2014). The interpretation of IPCC probabilistic statements around the world. *Nature Climate Change*, 4(6), 508–512. <http://doi.org/10.1038/nclimate2194>
- Curry, J. A., & Webster, P. J. (2011). Climate Science and the Uncertainty Monster. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 92(12), 1667–1682. <http://doi.org/10.1175/2011bams3139.1>

- Flato, G. M. (2011). Earth system models: an overview. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 2(6), 783–800. <http://doi.org/10.1002/wcc.148>
- Frigg, R., Thompson, E., & Werndl, C. (2015). Philosophy of Climate Science Part II: Modelling Climate Change. *Philosophy Compass*, 10(12), 965–977. <http://doi.org/10.1111/phc3.12297>
- Grüne-Yanoff, T. (2011). Isolation Is Not Characteristic of Models. *International Studies in the Philosophy of Science*, 25(2), 119–137. <http://doi.org/10.1080/02698595.2011.574854>
- Herrando-Pérez, S., Bradshaw, C. J. A., Lewandowsky, S., & Vieites, D. R. (2019). Statistical Language Backs Conservatism in Climate-Change Assessments. *BioScience*, 69(3), 209–219. <http://doi.org/10.1093/biosci/biz004>
- IPCC (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp
- IPCC (2018). *Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)]. In Press.
- Mastrandrea, M.D., C.B. Field, T.F. Stocker, O. Edenhofer, K.L. Ebi, D.J. Frame, H. Held, E. Kriegler, K.J. Mach, P.R. Matschoss, G.-K. Plattner, G.W. Yohe, and F.W. Zwiers (2010). *Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Återfinnes vid <<http://www.ipcc.ch>>.
- Mastrandrea, M. D., & Mach, K. J. (2011). Treatment of uncertainties in IPCC Assessment Reports: past approaches and considerations for the Fifth Assessment Report. *Climatic Change*, 108(4), 659–673. <http://doi.org/10.1007/s10584-011-0177-7>
- Moss, R.H. and Schneider, S.H., (2000): *Uncertainties in the IPCC TAR: Recommendations to lead authors for more consistent assessment and reporting*. In: *Guidance Papers on the Cross Cutting Issues of the Third Assessment Report of the IPCC* [eds. R. Pachauri, T. Taniguchi and K. Tanaka], World Meteorological Organization, Geneva, pp. 33-51.

- Lenhard, J., & Winsberg, E. (2010). Holism, entrenchment, and the future of climate model pluralism. *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 41(3), 253–262. <http://doi.org/10.1016/j.shpsb.2010.07.001>
- Manning M.R. (2006) The treatment of uncertainties in the fourth IPCC assessment report. *Adv Clim Change Res* 2:13–21
- Morgan, Mary and Tarja Knuuttila. 2012. "Models and Modelling in Economics." I *Philosophy of Economics*, ed. Uskali Mäki, 49-87. Amsterdam: Elsevier.
- Parker, W. S. (2006). Understanding pluralism in climate modeling. *Foundations of Science*, 11(4), 349–368.
- Parker, W. S. (2010). Predicting weather and climate: Uncertainty, ensembles and probability. *Studies in History and Philosophy of Science Part B*. 41(3), 263–272. <http://doi.org/10.1016/j.shpsb.2010.07.006>
- Parker, W. S. (2010). Whose probabilities? Predicting climate change with ensembles of models. *Philosophy of Science*, 77(5), 985-997.
- Petersen, A. C. (2008). The practice of climate simulation and its social and political context. *Netherlands journal of geosciences*, 87(3), 219-229.
- Riahi, K., van Vuuren, D. P., Kriegler, E., Edmonds, J., O'Neill, B. C., Fujimori, S., et al. (2017). The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. *Global Environmental Change*, 42, 153–168. <http://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009>
- Steel, D. (2015). Acceptance, values, and probability. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 53, 81-88.
- Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T. M., Folke, C., Liverman, D., et al. (2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(33), 8252–8259. <http://doi.org/10.1073/pnas.1810141115>
- Swart, R., Bernstein, L., Ha-Duong, M., & Petersen, A. (2008). Agreeing to disagree: uncertainty management in assessing climate change, impacts and responses by the IPCC. *Climatic Change*, 92(1-2), 1–29. <http://doi.org/10.1007/s10584-008-9444-7>
- Thorén, H., Vareman, N., Persson, J. (2019) *Interdisciplinarity and the domestication of uncertainty: the case of the IPCC*. Icke-publicerat manuskript
- van Vuuren, D. P., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A., Hibbard, K., et al. (2011). The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change*, 109(1-2), 5–31. <http://doi.org/10.1007/s10584-011-0148-z>

- Webster, M. (2008). Uncertainty and the IPCC. An editorial comment. *Climatic Change*, 92(1-2), 37–40. <http://doi.org/10.1007/s10584-008-9533-7>
- Weisberg, M. (2007). Three Kinds of Idealization. *Journal for the Philosophy of Science*, 104(12), 639–659.
- Winsberg, E. (2012). Values and uncertainties in the predictions of global climate models. *Kennedy Institute of Ethics Journal*, 22(2), 111-137.
- Winsberg, E. (2018) *Philosophy and Climate Science*. Cambridge UP